

Joni Isokoski

## **KAASUANALYSAATTORIN ASENNUS JA TESTAUS**

# **KAASUANALYSAATTORIN ASENNUKSEN JA TESTAUKSEN**

Joni Isokoski  
Opinnäytetyö  
Syksy 2017  
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-oh-  
jelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä: Joni Isokoski  
Opinnäytetyön nimi: Kaasuanalysaattorin asennus ja testaus  
Työn ohjaajat: Kristian Granit (Terrafame Oy) ja Manne Tervaskanto (OAMK)  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2017  
Sivumäärä: 48 + 2 liitettä

---

Työn aiheena oli löytää toimiva ratkaisu rikkivedyn pitoisuuden jatkuvaan mittaukseen, jonka perusteella voitaisiin arvioida tarkasti rikkivedystä aiheutuvia ympäristöpäästöjä. Työ toteutettiin lyhytaikaisena testikokeiluna ja sen soveltuvuutta testattiin Terrafamen metallien talteenoton tehtaalla.

Työ suoritettiin käyttäen NEO Monitorsin valmistamaa LaserGas II SP -kaasuanalysaattoria. Laite hyödyntää uusinta lasermittaustekniikkaa, joka on yleistynyt paljon muun muassa päästömittauksissa.

Työn suunnittelu aloitettiin laite valinnasta ja suunnitteluun sisältyivät mekaaninen- ja sähköautomaatiotyöt. Mekaaninen suunnittelu sisälsi yhteiden suunnittelun, sekä mittauspisteiden sijaintien valinnat. Sähköautomaatiotöiden suunnittelussa käytettiin Alma -tietojärjestelmää sekä ValmetDNA -automaatiojärjestelmää.

Työn tuloksissa selvitettiin laitteen soveltuvuus, ongelmat sekä laitteen suoriutuminen mitattavissa kohteissa. Laite suoriutui mittauspisteissä hyvin. Työssä arvioidaan mittaustuloksia ja niiden luotettavuutta. Työn mittaustulosten vertailuna käytettiin Drägerin valmistamaa Dräger-Tube pump accuro -käsipumppua.

---

Asiasanat: Hyvyyysluku, LaserGas, sakeuttimet, raudan saostus, rikkivety

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Automation technology

---

Author(s): Joni Isokoski

Title of thesis: Installation and experiment using gas analyzer

Supervisor(s): Kristian Granit (Terraframe Oy) and Manne Tervaskanto (OAMK)

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2017

Pages: 48 + 2 appendices

---

The subject of the thesis was to find a viable solution for measuring hydrogen sulphide, which enables an accurate assessment of the environmental emissions of hydrogen sulphide. The work was done as a short-term experiment and its suitability was tested in the Terraframe Metals Recovery factory.

The work was done by using a LaserGas II SP gas analyzer manufactured by NEO Monitors. The device uses the latest TDLAS technology that has been widely used for measuring emissions.

The thesis work was started with creating experimental setup for the new device. The selection of equipment and the design included mechanic, electric and automation planning. Mechanic design included creating connections to measurement point. Electric and automation planning was done by using Alma and ValmetDNA programs.

The results of the thesis demonstrate the suitability of the device, the problems and the performance of the device in the locations of the measurement. The device worked well at the locations of the measurement. The thesis evaluates the measurement results and their reliability. The results of the thesis are compared with the Dräger-Tube pump.

---

Keywords: Hydrogen sulfide, iron precipitation, LaserGas, transmission, thickener

## **ALKULAUSE**

Tämä opinnäytetyö on tehty Sotkamon Terrafame Oy:lle kesän 2017 aikana. Haluan kiittää Terrafamea mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö mielenkiintoisesta aiheesta. Erityiskiitoksen haluan antaa Kristian Granitille työn tilaamisesta. Haluan kiittää myös ohjaavaa opettajaa Manne Tervaskantoa opinnäytetyön ohjaamisesta.

Lisäksi suuri kiitos Oy Anatec Instruments Ab:lle laitteen vuokraamisesta sekä Teemu Talikalle laiteperehdytyksestä ja laitteen käyttöönotoista.

Sotkamossa 22.9.2017

Joni Isokoski

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO	9
2 TERRAFAME OY	10
3 TERRAFAMEN TUOTANTO	12
3.1 Metallien talteenotto	12
3.2 Hönkien puhdistus	13
4 RIKKIVETY	14
4.1 Rikkivedyn vaikutus ihmiseen	14
4.2 Rikkivedyn vaikutus ympäristöön	14
5 RIKKIVEDYN PITOISUUDEN MITTAAMINEN	16
5.1 LaserGas II SP	16
5.1.1 Mittausperiaate	17
5.1.2 Mitattava kaasu	18
5.1.3 Mittalaite	18
5.1.4 Parametrit	19
5.1.5 Hyvyysluku	19
5.1.6 Paine	20
5.1.7 Lämpötila	20
5.1.8 Mittausyhteet	21
5.1.9 Kalibrointi	21
5.1.10 Puhdistus	21
5.2 Vertailumittaus	22
6 MITTAUKSEN SUORITUS JA KOHTEET	23
6.1 Sakeuttimen pesurin jälkeinen hönkäputki	24
6.2 Raudan saostuksen hönkäputki	25
6.3 Alkukalibrointi	26
6.4 Laitteen asennus mittauspisteeseen	27
6.5 Laitteen sähköautomaatiotyöt	28
6.5.1 ALMA	29
6.5.2 ValmetDNA	33
7 TULOKSET	34
7.1 Sakeuttimen mittauspiste	34

7.2 Sakeuttimen vertailutulokset	35
7.3 Raudan saostus	36
7.4 Raudan saostuksen vertailutulokset	36
8 TULOSTEN KÄSITTELY	39
8.1 Hyvyysluvun vaikutus	39
8.2 Laitteen reagointi häiriötilanteisiin	40
8.3 Sakeuttimen ongelmat	40
8.4 Raudan saostuksen ongelmat	45
9 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	46
10 YHTEENVETO	47
LIITTEET	
Liite 1 Puhdistusohje	
Liite 2 ValmetDNA -ohjelmakuvat	

## SANASTO

Absorptio	Kemiallinen absorptio tarkoittaa fysikaalista tai kemiallista ilmiötä, jossa atomit, molekyylit tai ionit pidättyvät nesteeseen, kaasuun tai kiinteään aineeseen.
Bioliuotus	Malmin sisältämät metallisulfidit hapetetaan mikrobitoiminnan kautta liukoiksi yhdisteiksi.
H <sub>2</sub> S	Rikkivety
Hönkä	Prosessista kerättävä kaasu.
PLS	Pregnant Leach Solution, bioliuotuksesta tuleva tuoteliuos
Reagenssi	Reagenssi on aine, joka kuluu kemiallisessa reaktiossa muodostaen osan lopputuotteista tai koko lopputuotteen.
TDLAS	Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy, säädettävä diodilaserabsorptiospektroskooppi
Transmission	LaserGas II SP:n antama hyvyysluku



# 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Terrafame Oy:lle 15.3.–30.8.2017 Sotkamossa. Työssä suoritettiin tutkimus, jossa selvitetään, voidaanko rikkivedyn pitoisuutta mitata riittävän tarkasti. Työn tavoitteena oli löytää riittävän tarkka mittausmenetelmä, joka mittaa luotettavasti Terrafamen rikkivetypäästöjä hönkälinjoissa.

Työn tilaus perustuu ympäristöviranomaisten asettamaan vaatimukseen, joka velvoittaa suorittamaan tutkimuksen, voidaanko rikkivetypäästöjä mitata riittäväällä tarkkuudella hönkälinjoissa. Mittauksen tulisi pystyä antamaan tarkkaa ja jatkuvaa tulosta jo pienissä rikkivetypitoisuuksissa. Aikaisemmin rikkivetypäästöjä on valvottu ainoastaan ilmaisinputkilla sekä ulkopuolisen yrityksen toimesta. Ongelmana aikaisemmissa mittauksissa on niiden pitkä näytteenottoväli.

Työssä suoritettiin lyhytaikainen mittauskokeilu kahteen eri hönkälinjaan, käyttäen lasertekniikalla varustettua kaasuanalysaattoria. Mitattavat kohteet työssä olivat sakeuttimien pesurin jälkeinen hönkälinja sekä raudan saostuksen pesureiden jälkeinen hönkälinja.

## 2 TERRAFAME OY

Terrafame Oy on vuonna 2015 perustettu valtion omistama yhtiö, joka jatkaa Talvivaara Sotkamo Oy:n monimetallikaivoksen toimintaa. Kaivoksen päätuotteina tuotetaan nikkelikoboltti- ja sinkkisulfidia. Merkittävänä sivutuotteena tuotetaan myös kuparisulfidia. Terrafame Oy tunnetaan myös Talvivaaran kaivoksena. (Kuva 1)



*KUVA 1. Ilmakuva Terrafamen kaivoksesta (2, s. 1)*

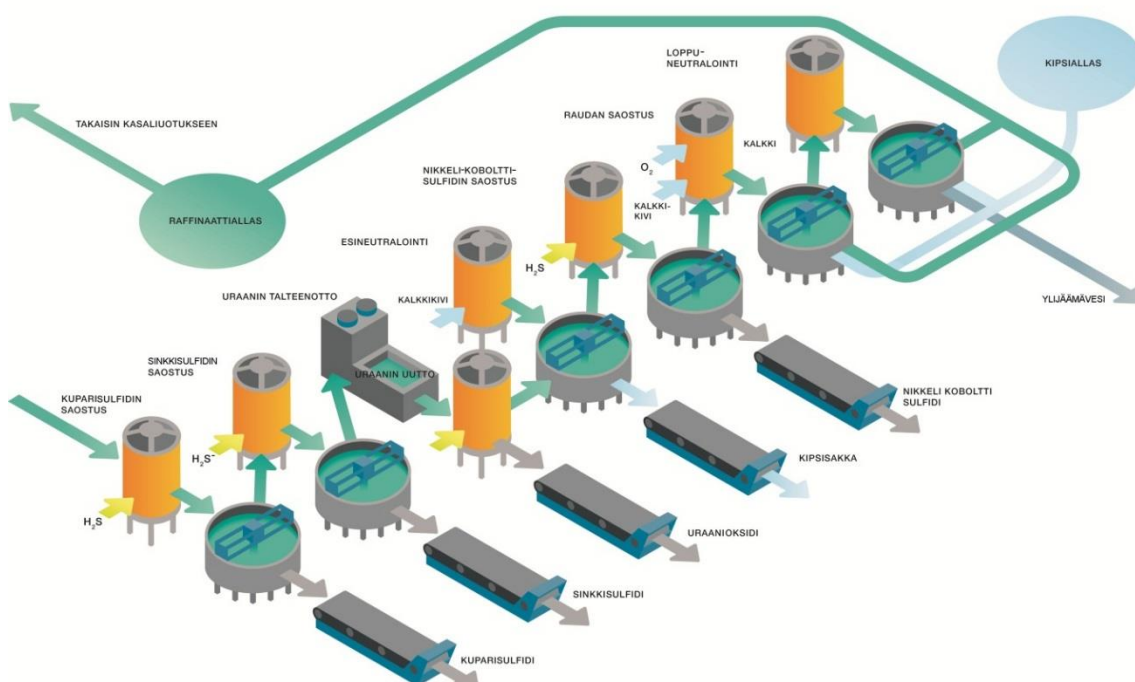
Alun perin Talvivaaran malmi esiintymän löysi vuonna 1977 Geologian tutkimuskeskus. Alueella tehtiin tarkkoja tutkimuksia vuosina 1977–1983. Löydetty esiintymä oli hyvin laaja, mutta malmin pitoisuus oli liian pieni sen ajan rikastusmenetelmille. Vuonna 1986 alue siirtyi Outokumpu Oy:lle. 1987 vuoden jälkeen Outokumpu alkoi kehittää rikastustekniikkaa esiintymälle sopivaksi. Vuonna 2004 Outokumpu vetäytyi kaivostoiminnasta ja Talvivaara osti kaivosoikeudet. Vuonna 2004 Talvivaara alkoi tutkia tarkemmin esiintymiä, jotka muodostivat yhden Euroopan suurimmista löydetystä nikkelimalmiesiintymistä. Vuonna 2005 aloitettiin bioliuotuksen koetoiminta ja ensimmäinen koe toteutettiin kesällä 2006. Vuonna

2007 saatiin luvat tehtaan aloitukseen ja vuonna 2008 Talvivaara aloitti tuotannon. Ensimmäinen tuote-erä lähti helmikuussa 2009 ja emoyhtiö Talvivaara kaivososakeyhtiö Oy listautui pörssiin toukokuussa 2009. Talvivaara Sotkamo Oy hakeutui konkurssiin marraskuussa 2014. Konkurssiin olivat suurena syynä aikaisemman kipsisakka-altaan vuodot sekä niistä aiheutuneet hurjat ympäristö- ja korjauskulut. 2015 vuonna Terrafame Oy osti koko Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesän toiminnan. Terrafame Oy jatkaa edelleen kaivoksen pyörittämistä normaaliin tapaan. (2, s. 40.)

## 3 TERRAFAMEN TUOTANTO

### 3.1 Metallien talteenotto

Metallien talteenotossa nikkeli, sinkki, kupari ja koboltti saostetaan sulfideiksi bioliuotusmenetelmällä saatavasta PLS-liuoksesta. Metallisulfidit ovat kaivoksen nykyisen tuotantoprosessin lopputuote ja ne myydään asiakkaille jatkojalostettavaksi metallituotteiksi. (2, s. 55 ja 56.) (Kuva 2)

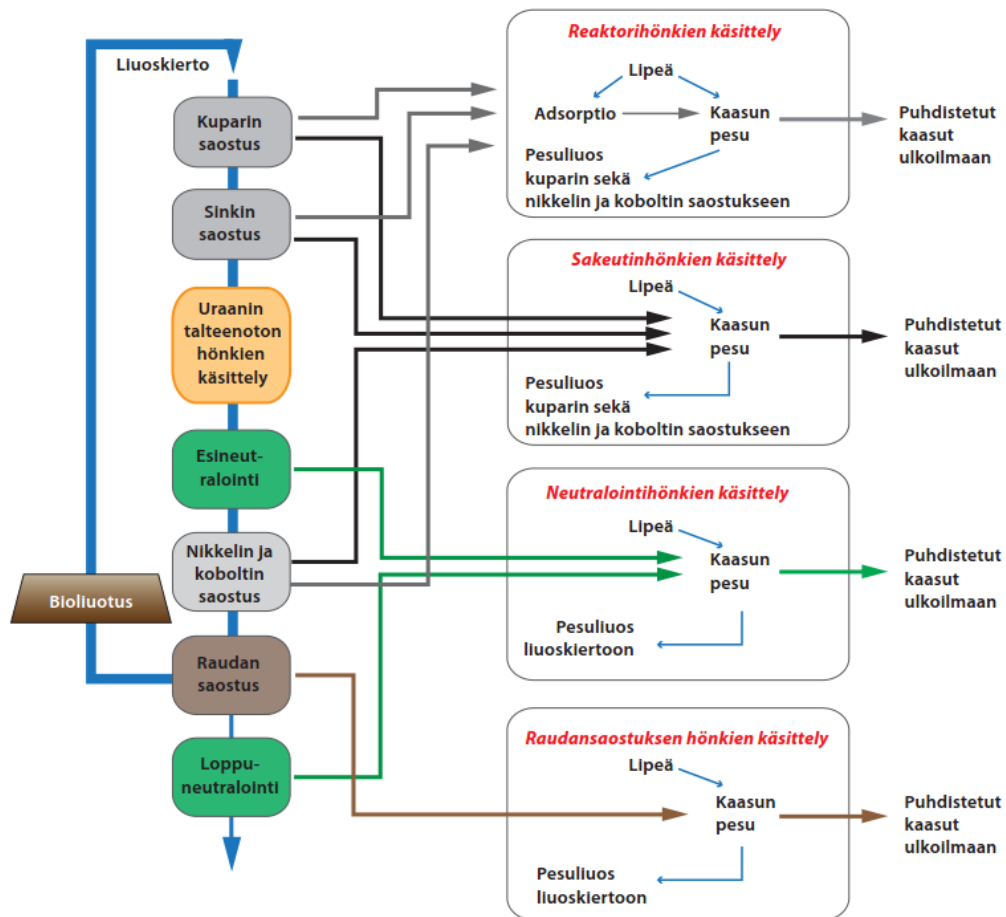


KUVA 2. Metallien talteenotto prosessi (2, s. 55)

Rikkivetyä valmistetaan metallien talteenotossa. Metallituotteet saostetaan sulfideina, ja reagenssina saostuksessa käytetään rikkivetyä. Rikkivety valmistetaan sularikin ja vetykaasun välisellä reaktiolla. Rikkivetyyn tarvittava vetykaasu tuotetaan Terrafamen omalla vetytehtaalla. Raaka-aineena vedyn valmistukseen käytetään propaania. (2, s. 59.)

### 3.2 Hönkien puhdistus

Prosessista poistetaan ylimääräinen rikkivety, joka kerätään hönkäpesureille. Rikkivety käsitellään lipeäliuoksella, minkä jälkeen käsitelty höyry kulkeutuu ulkoilmaan. Käsitellyssä höyryssä saattaa esiintyä vielä hyvin pieniä määriä rikkivetyä. Pesuliuos ajetaan takaisin prosessiin uudelleenkäytettäväksi. Tässä työssä keskitytään sakeuttimen sekä raudansaostuksen pesurin jälkeiseen hönkään. Lisäksi hönkiä käsitellään rikkivetylaitoksilla sekä varastosäiliöllä. Uusimassa vuonna 2017 laaditussa ympäristöluvassa on asetettu raja-arvoksi 35 mg/m<sup>3</sup>, joka vastaa noin 25 ppm:ä. Rajat ovat voimassa vain normaaliajon aikana, eivätkä koske ylös- tai alasajoa. (2, s. 57.) (Kuva 3)



KUVA 3. Hönkien käsittely (2, s. 58)

## 4 RIKKIVETY

Rikkivety ( $\text{H}_2\text{S}$ ) on myrkyllinen ja mädälle kananmunalle haiseva kaasu. Rikkivety on ilmaa raskaampaa ja voi kerääntyä mataliin paikkoihin. Palaessaan se muodostaa rikkidioksidia ja vettä. Rikkivedyn haistaa jo pienissä pitoisuuksissa ja se turruttaa hajuaistin erittäin nopeasti, mikä voi aiheuttaa vaaratilanteita. Rikkivety on väritön, huoneenlämmössä kaasumainen yhdiste. Rikkivety valmistetaan Terarafamen tehtaalla. Rikkivedyn valmistuksessa raaka-aineena käytetään sularikkiä tai kiinteää alkuainerikkiä sekä vetyä. Sularikki toimitetaan raaka-aineena Terarafamen kaivokselle säiliöautoilla ja varastoidaan säiliöissä. (1.)

### 4.1 Rikkivedyn vaikutus ihmiseen

Henkilön sallittu altistuspitoisuus kahdeksan tunnin oleskelun aikana on 5 ppm:ä. Rikkivety on vaarallinen soluhengitysmyrkky, joka ärsyttää limakalvoja ja hengitysteitä jo pieninä pitoisuuksina. Silmän ärsytysoireet ilmenevät 10–20 ppm:n pitoisuuksissa, ja polttavaa kipua, kyynelvuotoa sekä näön sumenemista ilmenee 50 - 100 ppm:n pitoisuuksissa. Samalla esiintyy myös nenän ja kurkun kuivumista ja ärsytystä. Pidemmän altistumisen jatkuessa ilmenee vetistä vuotoa nenästä, yskää, käheyttä ja hengenahdistuksen tunnetta. Hajuaisti lamaantuu jo 100–150 ppm:n pitoisuudessa, mikä lisää äkillisen myrkytyksen vaaraa. Altistuminen 100–500 ppm:n pitoisuuksille aiheuttaa voimakkaan ärsytyksen lisäksi päänsärkyä, huimausta, pahoinvointia, heikkoutta ja sekavuutta. Altistuminen yli 500 ppm:n pitoisuudessa aiheuttaa vakavia hermostollisia oireita sekä tajuttomuutta jo viidessä minuutissa. Puolen tunnin jälkeen pitoisuus voi aiheuttaa jopa kuoleman hengityksen lamaannuttua. Yli 1 000 ppm pitoisuus aiheuttaa välittömän tajuttomuuden ja kuoleman. (1.)

### 4.2 Rikkivedyn vaikutus ympäristöön

Rikkivety vaikuttaa ympäristöön lukuisilla eri tavoilla. Se on luokiteltu ympäristölle vaaralliseksi, jota esiintyy ympäristössä monessa eri muodossa. Rikkivety hajoaa ilmassa rikkidioksidiksi ja sulfaatiksi hapen vaikutuksesta. Sen hajoamisen on arvioitu kestävän jopa yli 40 päivää. Rikkivety sekä sen hajoamistuotteet lisäävät maaperän ja vesistöjen happamuutta. Rikkivety voi tulla sateen mukana maahan,

missä se hajoaa maaperässä alkuainerikiksi. Vesiliukoisena se voi myös kulkeutua pohjaveteen asti. Veteen liukenematon osa jää vettä kevyempänä sen pinnalle ja haihtuu nopeasti ilmaan. (1.)

## 5 RIKKIVEDYN PITOISUUDEN MITTAAMINEN

Työssä mitattava aine on rikkivety ( $H_2S$ ). Työssä selvitetään, onko mahdollista mitata luotettavasti hönkälinjasta pääsevää rikkivetyä. Vaatimuksena on mittaus, joka antaa jatkuvasti tarkan ja luotettavan tuloksen jo pienissä pitoisuuksissa.

Terrafamella on käytetty aikaisemmin sähkökemiallisia kennoja sekä ilmaisinputkia rikkivetypitoisuuksien seurantaan. Sähkökemiallisten kennojen heikkoutena on ollut niiden heikko kesto jatkuvassa mittauksessa sekä pitoisuuksien vaihteluissa. Ilmaisinputket ovat kertakäyttöisiä ja ovat toimineet hyvin rikkivedyn valvonnassa, mutta eivät sovellu jatkuvaan mittaukseen.

Työhön etsittiin jatkuvaa rikkivedyn mittausmenetelmää riittävän tiheällä näytävälillä, joka pystyisi mittaamaan rikkivetypitoisuuksista reaaliajassa ja nopealla reagointi nopeudella. Vaihtoehtoja sopivimmiksi työn mittauskohteisiin osoittautuivat lasertoimiset kaasuanalysaattorit. Lasertekniikan hyöty on sen kyky mitata jatkuvasti rikkivedyn pitoisuutta jo pienissäkin pitoisuuksissa.

Vaihtoehtoina lasertekniikalla toimivista kaasuanalysaattoreista oli muun muassa erilaisia kaasunkäsittelyjärjestelmän vaatimia sekä suoraan näytepisteeseen asennettavia laitteita. Päätimme kokeilla suoraan näytepisteeseen asennettavaa laitetta, joka voisi olla sopiva tähän kohteeseen. Suurimpana erona on laitteiden mittaustarkkuus, joka on huonompi suoraan putkeen asennettavassa. Tässä työssä käytettiin suoraan näytepisteeseen asennettavaa LaserGas II SP -kaasuanalysaattoria.

### 5.1 LaserGas II SP

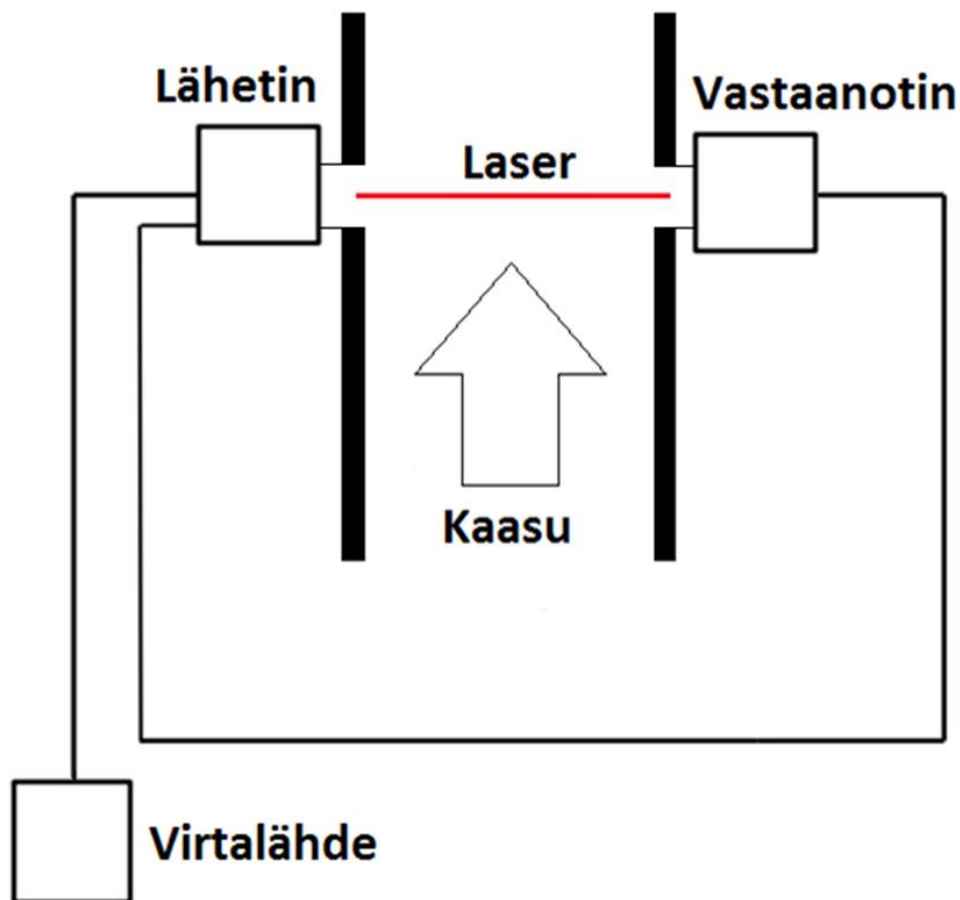
LaserGas II SP on norjalaisen NEO Monitors AS:n valmistama laserkaasuanalysaattori. NEO Monitors AS on vuonna 2003 perustettu NEO AS:n tytäryhtiö. NEO Monitors perustettiin valmistamaan ja markkinoimaan NEO AS:n tutkimia ja suunnittelemaa TLAS-tekniikkaa hyödyntäviä laseranalysaattoreita. NEO Monitorsin kaasuanalysaattoreilla voidaan mitata jopa 40 eri kaasua. Menetelmä on yleistymässä maailmalla eri kaasujen mittauksissa. Lasertekniikan suurimpana hyötynä on huollon tarpeen vähyys sekä laitteen pitkäikäisyys. (6.)



### 5.1.1 Mittausperiaate

LaserGas II SP on optinen instrumentti jatkuvalle kaasunmittaukselle, joka käyttää TDLAS-lasertekniikkaa. Lyhenne TDLAS tulee sanoista Tuneable Diode Laser Absorption Spectroscopy, eli suomennettuna säädettävä diodilaserabsorptiospektroskooppi. TDLAS on tekniikka, jota käytetään nykyään paljon eri kaasujen sekä pölyn pitoisuuksien mittaamiseen. Tekniikan hyöty muihin verrattuna on sen kyky mitata myös alhaisetkin pitoisuudet. TDLAS on yleisin lasertekniikka, joka käyttää absorptio tekniikkaa. (5.)

Laite voidaan asentaa putkeen tai prosessin eri osa-alueisiin. Laite sisältää lähettimen ja vastaanottimen, jotka asennetaan kohteeseen vastakkaisille puolille toisiinsa kohdistettuna. Laite mittaa lähettimen ja vastaanottimen välistä kulkevan kaasun pitoisuuden. (Kuva 4)

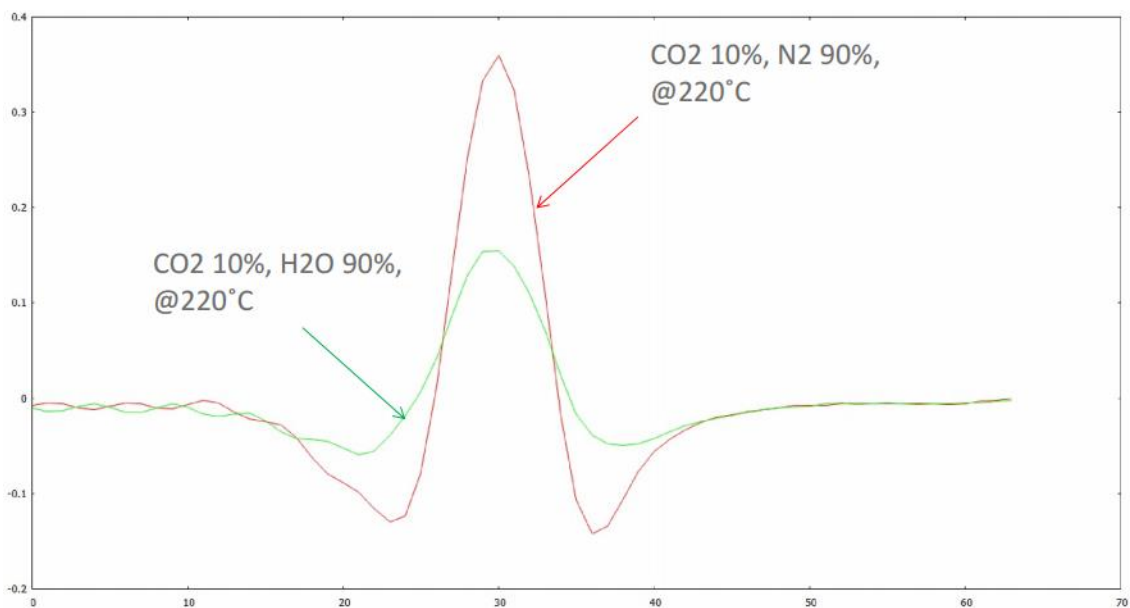


KUVA 4. Kaasunmittauslaitteen periaatekuva

Mittaus on yksialueinen spektroskooppi, joka perustuu kaasujen absorptioalueisiin. Kaasuille on löydetty aallonpituuksia, joissa syntyy absorptiota. Laserlähteen aallonpituuden alue on yleensä 700–2400 nm, riippuen mitattavasta kaasusta. Laserin tuottama säde on ihmissilmälle näkymätöntä näillä aallonpituuksilla. Jokaiselle mitattavalle kaasulle valitaan oma aallonpituus. Jokaiselle aallonpituudelle rakennetaan oma laserlähde, jolloin samaa laitetta ei voida käyttää eri kaasuilla. Absorptio-alue valitaan tarkasti muiden kaasujen aiheuttamien ristikkäisvaikutusten johdosta. (5; 8.)

### 5.1.2 Mitattava kaasu

Laitteet suunnitellaan jokaiselle kohteelle paikkakohtaisesti. Koska laite optimoidaan jokaiseen mittaukseen erikseen, on syytä tuntea mitattavan kohteen kaasut sekä haluttu mitta-alue. Mittaus voi häiriintyä muiden kaasuista ristikkäisvaikutusten takia. (Kuva 5)



KUVA 5. Muiden kaasujen vaikutus mittaustulokseen (8)

### 5.1.3 Mittalaite

Laite sisältää kolme eri yksikköä, jotka ovat lähetin, vastaanotin ja virtalähde.

Lähetin sisältää lämpötilastabiloidun laserdiodin, kohdistavan optiikan sekä näyttöisen sähkökotelon. Laitteen näytölle on asetettu mitattavan kaasun pitoisuus

sekä mittauksen kohdistuksesta kertova hyvyysluku (transmission). Lisäksi yksikköön on kiinnitetty kytkentäkotelo. Kytchentäkoteloon kytketään vastaanottimelta tuleva laitekaapeli, sekä laitteen tulot ja lähdöt.

Vastaanotin sisältää kohdistavan linssin, fotodiodin sekä vastaanottimen elektroniikan.

Virtalähde muuntaa 230 VAC tulojännitteen 24 V:n käyttöjännitteeksi lähetinyksikölle. Lisäksi virtalähteeseen voidaan kytkeä paine- ja lämpötilatieto, jotka lähettävät tiedot samaa laitekaapelia pitkin lähettimelle.

Lisäksi laitteen mukana toimitetaan kaksi pursutuslaippaa. Laitteen yksiköt kiinnitetään pursutuslaippoihin. Pursutuslaippaan kytketään puhdistusilma tai typpi. Puhdistusilman tarkoituksena on erottaa linseiltä mitattava kaasu. Kytkettävän puhdistuksen maksimipaine on 2 bar ja ilman määrä on tyypillisesti 10–50 l/min. Laippojen tärkein ominaisuus on laserin suuntaus. Laippa suunnataan kiristysruuveilla sekä laipassa olevilla kohdistusruuveille. Laippa sisältää myös vaihdettavan suodattimen puhdistusilman epäpuhtauksia varten. (8.)

#### **5.1.4 Parametrit**

Laitteen mukana toimitetaan ohjelmisto. Ohjelmistolla voidaan muuttaa parametreja tarvittaessa. Laitteen parametreja voidaan muuttaa sarjaväylän kautta.

Laitteen yksiköksi voidaan valita esimerkiksi g/m<sup>3</sup>, mg/m<sup>3</sup>, %, ppm, ppb, g/Nm<sup>3</sup>, mg/Nm<sup>3</sup>. Tärkeimmät parametrit laitteessa ovat paine, lämpötila sekä putken leveys. Ilman suoraa paine- tai lämpötilatietoa voidaan laitteelle asettaa kiinteät asetusarvot suoraan ohjelmaan. Muuttuvassa prosessissa paine- ja lämpötilatiedot ovat välttämättömät luotettavan mittaustuloksen saavuttamiseksi. Myös kalibrointi suoritetaan ohjelman kautta.

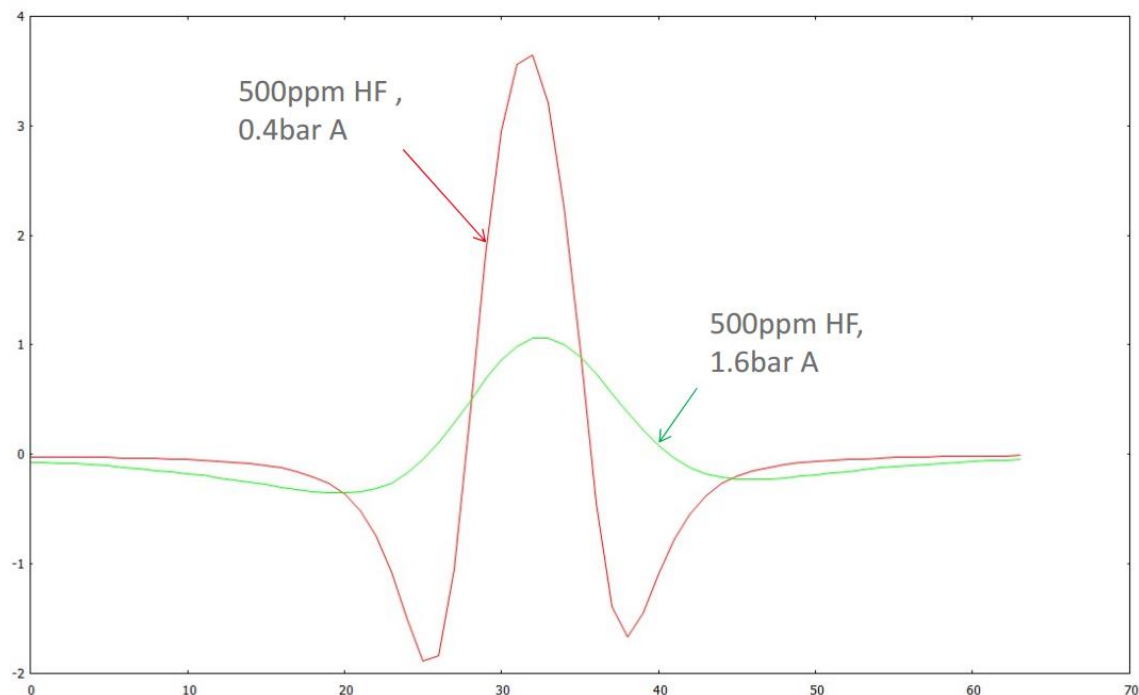
#### **5.1.5 Hyvyysluku**

Laitteen tärkein luotettavuuden ilmaisi on laitteesta saatava hyvyysluku. Hyvyysluku kertoo, kuinka suuren osan lähetetystä laservalosta päätyy vastaanottimelle asteikolla 0–100 %. Laitteen asennuksessa laite kohdistetaan niin, että

vastaanotin saavuttaa mahdollisimman suuren määrän lähetetystä valosta. Hyvyysluvun putoaminen kertoo kohdistuksen heikkenemisestä, linssien likaantumisesta tai kaasun valoa estävien aineiden esiintymisestä (esimerkiksi valoa estävät partikkelit, kuten pöly ja höyry). Laitteen luvataan mittaavan luotettavasti vielä yli 30 %:in hyvyysluvulla.

### 5.1.6 Paine

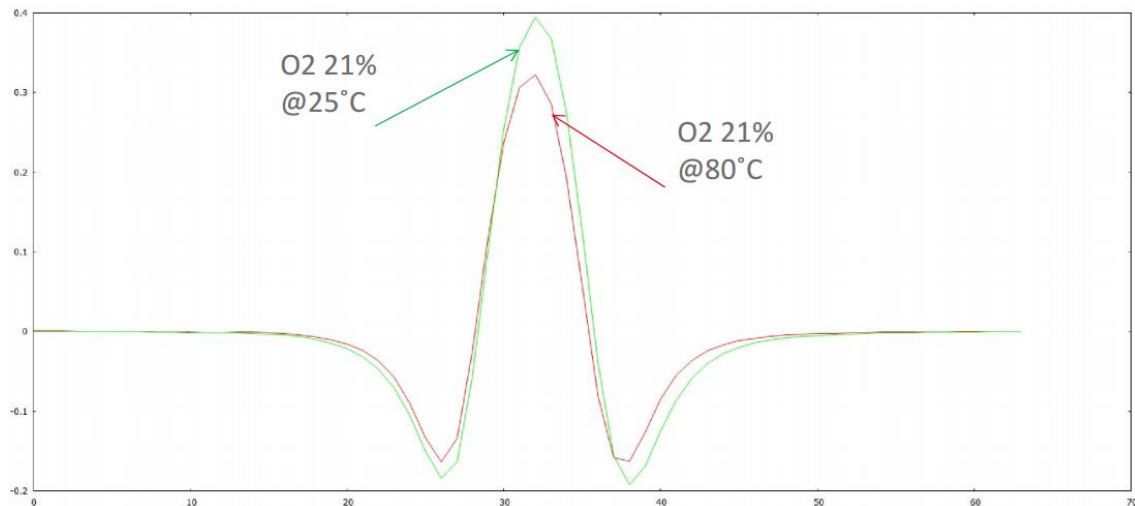
Paineesta johtuva kaasun molekyylien käyttäytyminen on suuri tekijä mittauksen tarkkuudessa. Paine muuttaa kaasun tilavuutta, jolloin laite laskee mittaustuloksen väärin kaasun tilavuuden muuttumisesta johtuen. Tämä johtaa virheeseen mittaustuloksissa. (Kuva 6)



KUVA 6. Paineen vaikutus mittaustulokseen. (8)

### 5.1.7 Lämpötila

Lämpötila vaikuttaa mittaustulokseen kuten paine, mutta pienemmällä vaikutuksella. Lämpötilatieto on tärkeä, jos mitattavan kaasun lämpötila vaihtelee paljon. Tasaisessa prosessissa on tärkeää asettaa lähelle oikeaa lämpötilaa oleva asetusarvo parametreihin. (Kuva 7)



KUVA 7. Lämpötilan vaikutus. (8)

### 5.1.8 Mittausyhteet

Laite tarvitsee pursutuslaippoihin sopivat mittausyhteet mitattavaan kohteeseen, johon laite kiinnitetään. Yhteiden vaatimuksena ovat tukeva rakenne sekä riittävä suoruus laserin kohdistusta varten. Pursutuslaipat kiinnitetään lukitusruuveilla rakennettujen yhteiden laippoihin. Laippojen koko on DN50.

Mittauspisteen sijoituksen suositus on kaasulle viisi kertaa putken halkaisija ennen mittauksia ja kaksi kertaa mittauksen jälkeen. Tällä saavutetaan mahdollisimman häiriötön osuus mittaukselle. (8.)

### 5.1.9 Kalibrointi

Laite on kalibroitu tehtaalla eikä tarvitse uudelleenkalibrointia. Laite voidaan kalibroida uudelleen laitteen mittaustarkkuuden varmistamiseksi. Laitteen toimivuus on hyvä tarkistaa 6-12 kuukauden välein kalibrointikaasulla, mutta se ei ole välttämätöntä. Kalibrointi tarvitsee PC:n parametroida varten. (8.)

### 5.1.10 Puhdistus

Laite vaatii säännöllistä hyvyysluvun seuraamista, sekä mittauksien tarkkailua. Hyvyysluvun tippuessa alle 30 %:in on laitteen linssit puhdistettava. Laitteen linssien puhdistus on nopea toimenpide ja niitä ei tarvitse puhdistaa kuin tarvittaessa. Laitteen puhdistukseen löytyy erillinen ohje.

## 5.2 Vertailumittaus

Työssä vertailuna käytetään Drägerin valmistamaa ilmaisinputkimittausmenetelmää Dräger-Tube pump accuroa. Laite on käsitoiminen paljepumppu. Pumppu imee 100 ml kaasua painalluksella, jonka virhe on  $\pm 5$  %. Pumppu imee mitattavaa kaasua ilmaisinputkeen, jolloin ilmaisinputkessa oleva aine vaihtaa väriä, jolloin tulos nähdään silmällä nähtävistä mittausviivoista. Ilmaisinputkia on eri mitta-asteikoille, jolloin isommissa pitoisuuksissa voidaan joutua käyttämään useamman mittausalueen putkia. (9.)

Käsipumppua on käytetty hönkäpesureiden toiminnan valvomiseksi mittaamalla säännöllisesti pesureiden hönkäkaasujen  $H_2S$ -pitoisuuksia. Mittaukset suoritetaan yleensä kaksi kertaa vuorokaudessa ja tulokset kirjataan järjestelmään. Ilmaisinputki mittaustuloksissa esiintyy aikaviivettä kirjausviiveen vuoksi, jonka vuoksi mittaustulokset on kirjattu näytteenoton jälkeen, eikä tarkkaa ajankohtaa tiedetä. (7.) (Kuva 8)



*KUVA 8. Ilmaisinputkimittaus raudan saostuksella.*

## 6 MITTAUKSEN SUORITUS JA KOHTEET

Työ aloitettiin suunnittelemalla halutut mittauspisteet uudelle laitteelle. Laitetta haluttiin testata kahdessa eri mittauspisteessä: Sakeuttimen pesurin jälkeisessä hönkälinjassa ja raudan saostuksen pesurien jälkeisessä hönkälinjassa. Laitteelle suunniteltiin siihen tarvittavat yhteet linjoihin sekä tarvittavat sähköautomaatiotyöt.

Mittauspisteet valittiin niiden aiheuttamien mahdollisten haasteiden perusteella. Sakeuttimen pesurin jälkeinen hönkäputken materiaali on hyvin taipuisaa ja yhteiden teot tuovat haasteita. Raudan saostuksen mitattavan kohteen putki on luujitemuovia, mikä on hyvin kovaa materiaalia. Molempien mittauspisteiden kaasujen ominaisuudet ovat lähes samanlaiset. Raudan saostuksen mittauspisteen kaasu sisältää kuitenkin paljon prosessissa syntyvää hiilidioksidia.

Työssä käytetään LaserGas II SP:tä vastaavaa vuokralaitetta. Kyseessä on vuoden 2009 malli, joka vastaa riittävän tarkasti valmistajan uusinta mallia.

Laitteen käyttöönotto aloitettiin 16.5.2017 ensimmäisessä mitattavassa kohteessa. Laitteen toimitti Oy Anatec Instruments Ab ja toimitus sisälsi käyttöönoton ja koulutuksen laitteeseen. Käyttöönotossa kului kolme päivää, minkä aikana suoritettiin laitteelle testikalibrointi, suuntaus, laitteen asennus ja parametrien asetus. 26.6. aloitettiin laitteen siirto toiseen mittauskohteeseen ja laitteelle suoritettiin samat toimenpiteet kuin ensimmäiseen kohteeseen testikalibrointia lukuun ottamatta.

## 6.1 Sakeuttimen pesurin jälkeinen hönkäputki

Työn ensimmäinen mitattava kohde sijaitsee sakeuttimien pesurin jälkeisessä hönkäputkessa. Mitattava putki on ID 700 mm:n halkaisijalla oleva Weholite-muoviputki. Mitattavaan putkeen rakennettiin samanlaiset muovihitsauslaippaliitokset molemmille puolille sekä lisätuennat materiaalin mahdollisen taipumisen vuoksi. (Kuva 9)



*KUVA 9. Sakeuttimen hönkälinjan lähettimenpuoleinen yhde*



## 6.2 Raudan saostuksen hönkäputki

Raudan saostuksen mitattava kohde on ID 500 mm halkaisijaltaan olevaa lujitemuovi-putkea. Lujitemuovi on hyvin kovaa materiaalia. Materiaali ei veny tai taivu ja kestää hyvin laitteen painon, joka on hyvä laitteen kohdistukselle. (Kuva 10)



*KUVA 10. Raudan saostuksen yhteet*

### 6.3 Alkukalibrointi

Ennen laitteen asennusta laitteelle suoritettiin testikalibrointi. Kalibroinnissa käytettiin Oy Anatec Instruments Ab:n rakentamaa kalibrointilaitteistoa. Laite kalibroitiin 250 ppm:n rikkivetykalibrointikaasulla. Laitteelle asetettiin 250 ppm:n raja-arvo parametreihin. Lisäksi 25 ppm:n alue testattiin ja laite näytti rajapinnan oikein. Kalibrointi tapahtui rakentamalla kuvan 11 mukainen järjestely.

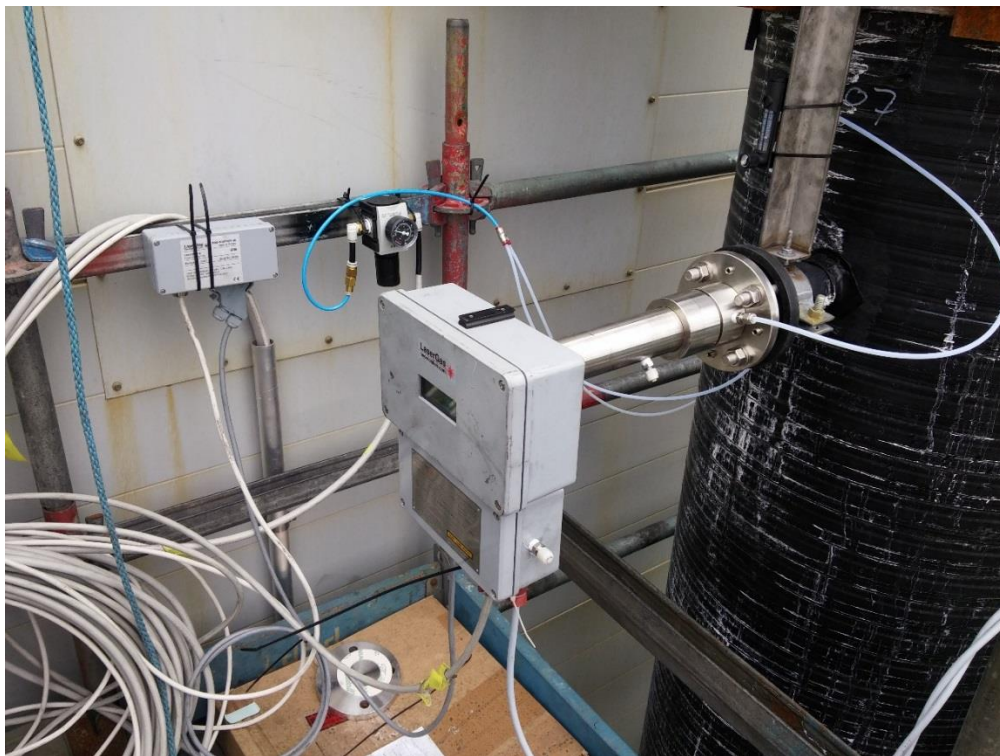


*KUVA 11. Kalibrorintitilanne*

Kalibrointikaasun säästämiseksi kalibrointikyvetti imetään ensin tyhjiöön vakuumipumpulla, minkä jälkeen putki täytetään kalibrointikaasulla normaaliin paineeseen. Kalibroinnin suoritti Teemu Talikka Oy Anatec Instruments Ab:lta.

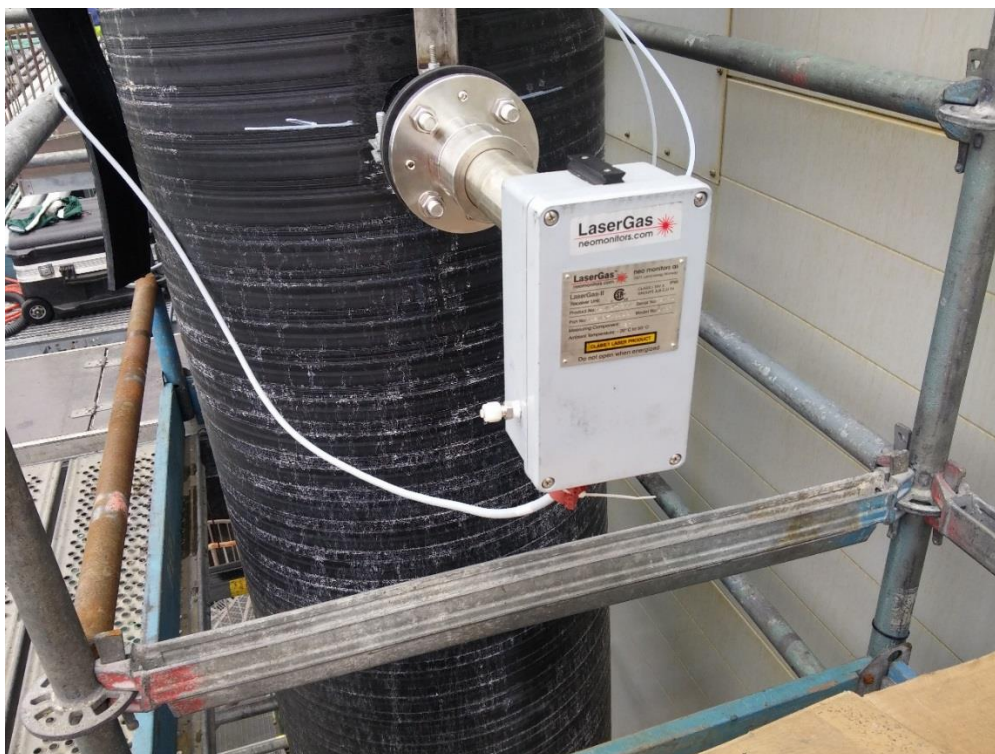
#### 6.4 Laitteen asennus mittauspisteeseen

Laitteen asennuksessa pursutuslaipat kiinnitettiin rakennettujen yhteiden laippoihin ja suunnattiin siihen tarkoitetulla suuntausvälineellä. Suuntausväline sisältää kaksi pyöritettävää kappaletta, suuntauslaserin ja vastaanotinlinssin. Suuntauslaser lähettää säteen vastakkaiselle puolelle, jossa vastaanotinlinssi näyttää laipan kohdistuksen. Laippojen kohdistus suoritetaan molemmille puolille. Kohdistus on tarkoitettu pysymään pysyvästi lukitusruuvien avulla. Kohdistuksen jälkeen laitteen yksiköt voidaan kiinnittää pursutuslaippoihin. Asennuksen ja suuntauksen voi suorittaa kuka tahansa siihen perehdytetty henkilö. Laitteen asennuksessa käytettiin väliaikaisia ratkaisuja. (Kuva 12 ja 13)



*KUVA 12. Lähetinyksikkö sekä muut tarvittavat komponentit*





KUVA 13. Vastaanotinyksikkö

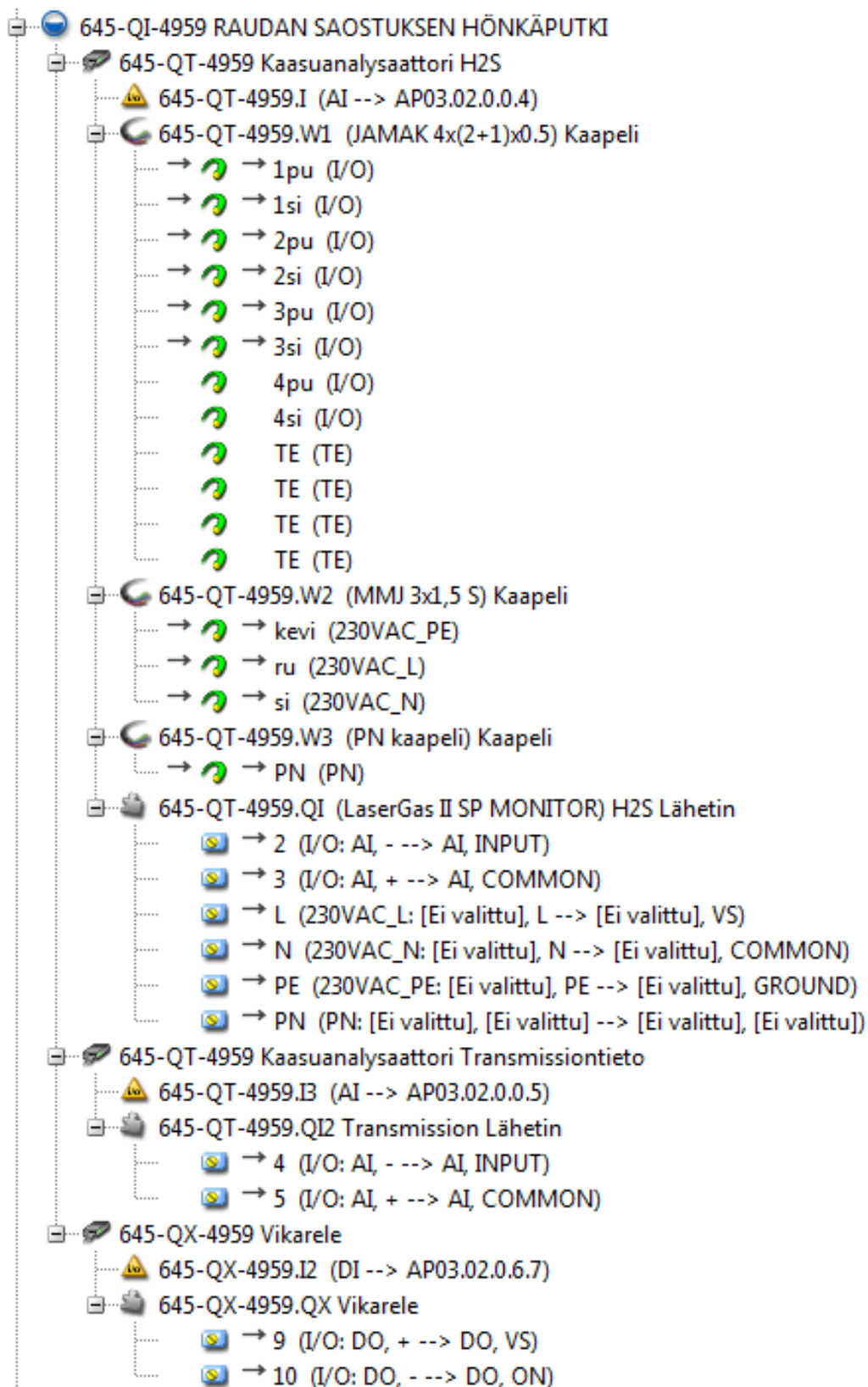
## 6.5 Laitteen sähköautomaatiotyöt

Laitteen sähköautomaatiotyöt aloitettiin tarvittavien kaapelien ja paineilmaletkujen suunnittelusta. Laitteelle vietiin syöttökaapeli, paineilma sekä 4-parinen instrumentointikaapeli. Puhdistusilma vaati paineenalentimen liian korkean linjasta tulevan paineen vuoksi ja syötölle lisättiin pääkatkaisija huolto ja puhdistustöitä varten. Virtalähteeseen kytkettiin syöttö, jonka jälkeen virtalähde ja laite voitiin yhdistää laitteen mukana tulleella pikaliittimillä varustetulla kaapelilla. Laitteeseen kytkettiin H<sub>2</sub>S-, transmission- sekä vikarele-tieto. Laitteen kytkennät suoritettiin siihen tehdyn piirikaavion mukaisesti.

Laitteen käynnistyminen kesti noin 2- 4 minuuttia, jonka jälkeen voitiin asettaa parametrit. Parametrit asetettiin RS-232-sarjaväylän välityksellä ja niiden asetus suoritettiin mittauspaikalla. Parametrien vaihtoon tarvitaan RS-232–USB-adapteri, jolla sarjaväylä saadaan yhdistettyä nykyisiin tietokoneisiin. Adapteri täytyy hankkia erikseen.

### **6.5.1 ALMA**

ALMA on sähköautomaatiolaitteille suunnattu tiedonhallintajärjestelmä. Laitteen I/O-varaukset ValmetDNA-järjestelmään suoritettiin ALMAN kautta. Järjestelmään luotiin vain laitteen testilaitteeseen sopiva pikaversio, mikä ei sisällä kaikkia lopulliseen versioon tulevia tietoja. Lopulliseen versioon lisätään tarvittavat tiedot sekä dokumentit laitteesta. (Kuva 14)



KUVA 14. ALMalla luotu laite

Järjestelmän kautta hoidettiin laitteen positiot mittauspisteisiin. Mittauspisteen vaihtuessa laitteeseen täytyi vaihtaa vain aluepositio.

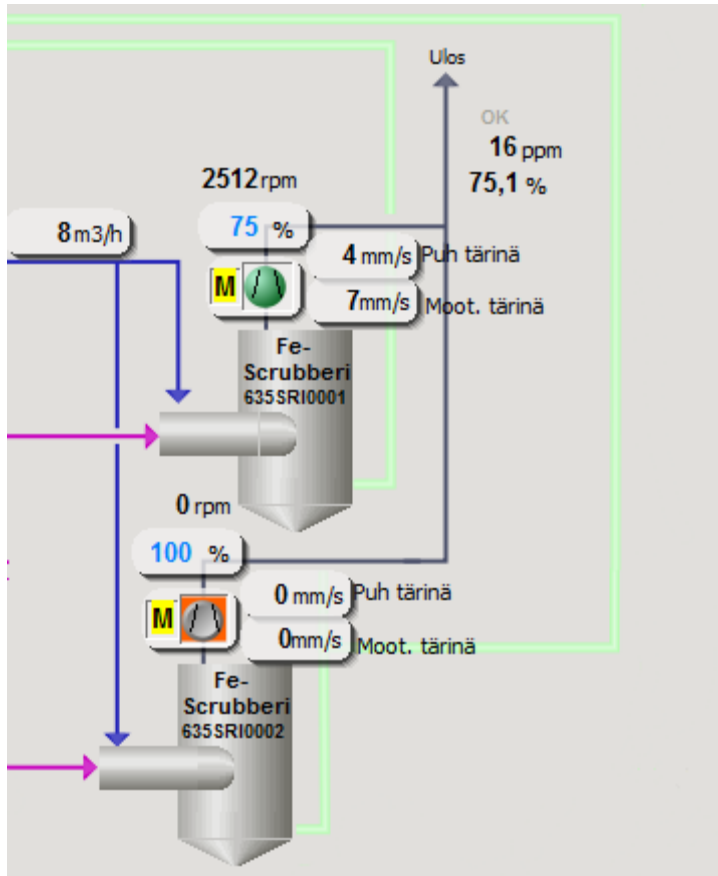
Piirikaavioiden teossa laitteen eri osille suunniteltiin omat kuvat, jotka järjestelmä tarvitsee kuvien generointiin. ALMAN yksi ominaisuus on piirikaavioiden generointi. ALMA generoi kuvat automaattisesti luoduista komponenteista ja kytkennöistä. Kuva oli molemmissa mittauspisteissä sama, laitteen paikkapositio vain muuttui. (Kuva 15)





### 6.5.2 ValmetDNA

ValmetDNA on Terrafamen käyttämä automaatiojärjestelmä, entinen MetsoDNA. Laite liitettiin ValmetDNA-järjestelmään, jonne luotiin tarvittavat ohjelmakuvat. Järjestelmään tuodut tiedot vietiin käyttöliittymään näkyville. Käyttöliittymästä nähdään rikkivetypitoisuus, hyvyysluku sekä laitteen mahdolliset vikaantumiset. (Kuva 16)



KUVA 16. Käyttöliittymä raudan saostuksella

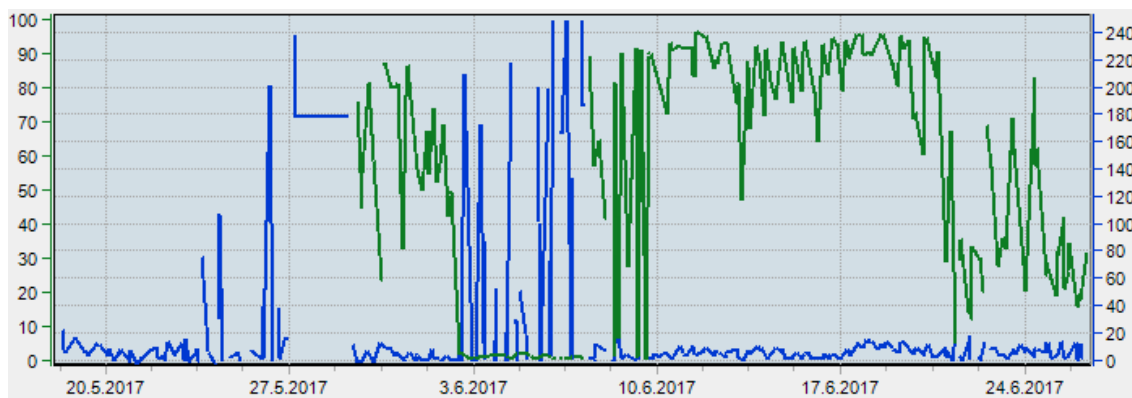
Järjestelmään asetettiin 20 %:in alaraja huoltotoimen piteitä varten. Laitteen antamat mittaustulokset kirjataan järjestelmän rekisteriin, josta voidaan tarkkailla tuloksia. Työssä käytetään ValmetDNA-trendejä tuloksien esittämiseen.

## 7 TULOKSET

Tähän osioon on kerätty laitteen mittaamat tulokset sekä niiden vertailu sakeuttimen mittauspisteessä sekä raudan saostuksen mittauspisteessä. Laitetta kokeiltiin ensin sakeuttimella, minkä jälkeen se siirrettiin raudan saostukselle. Vertailuna on käytetty ilmaisinputkimittauksia.

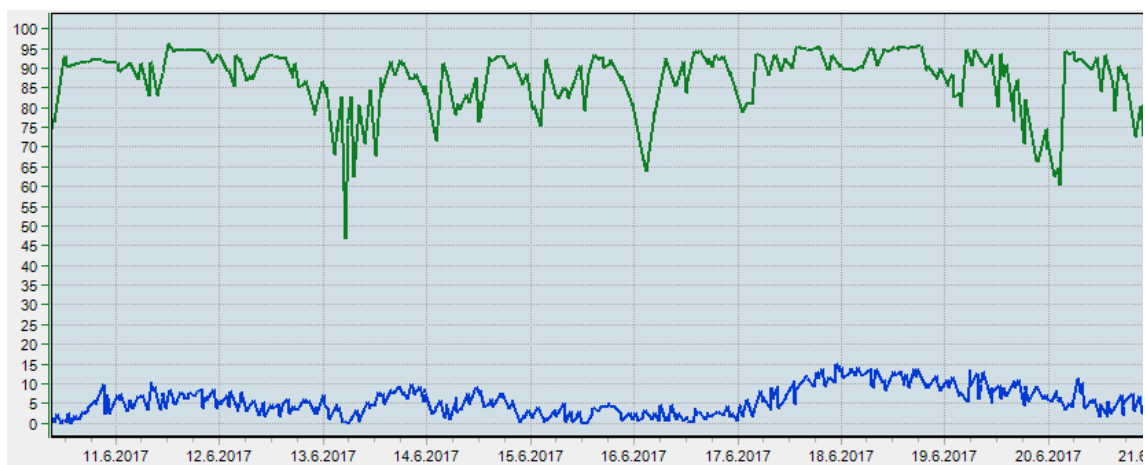
### 7.1 Sakeuttimen mittauspiste

Mittaus näytti luotettavaa tulosta noin 50 % ajasta sakeuttimen mittauspisteessä. Luotettavaksi arvoksi luokitellaan tilanne jolloin hyvyysluku on ylittänyt 30 %. Laite otettiin käyttöön 18.5. sakeuttimien pesurin hönkäputkessa. Mittauspiste osoittautui hyvin haastavaksi. Mitattava kaasu on hyvin kosteaa sekä putkeen kertyi pesuliuosta ja lipeäsakkaa. Putkimateriaali on hyvin taipuisaa, mikä aiheutti kohdistuksen horjumista. Mittaus näytti koko mittauksen ajan alle 20 ppm, kun laitteen hyvyysluku oli yli 30 %. Arvot yli 20 ppm ovat johtuneet hyvyysluvun puuttamisesta. (Kuva 17)



KUVA 17. Laitteen lukemat koko ajalta: 18.5.–26.6.2017. Sininen on H<sub>2</sub>S 0–250 ppm ja vihreä hyvyysluku 0–100 %.

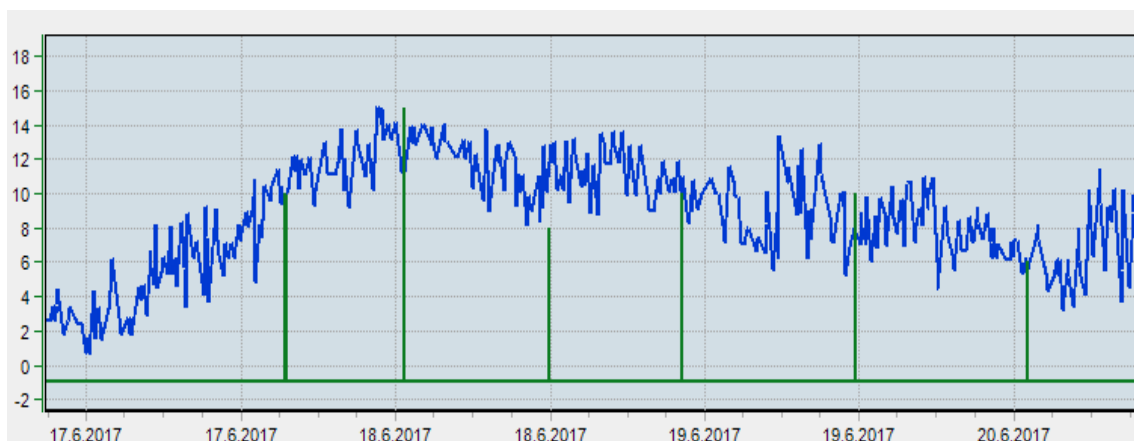
Esimerkissä on väli kun hyvyysarvo on ollut korkealla. Tämä luokitellaan luotettavaksi mittaukseksi. (Kuva 18)



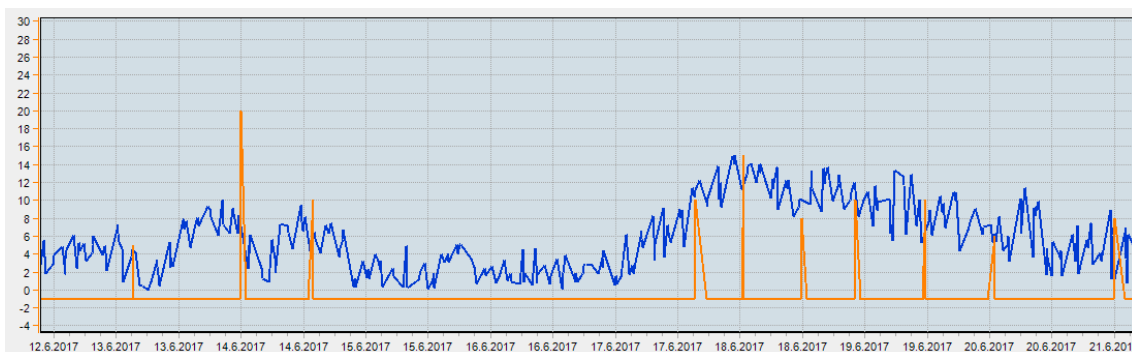
KUVA 18. Mittaustulokset ajalta 11.6.–20.6.2017. Sininen on  $H_2S$  0–100 ppm ja vihreä hyvyysluku 0–100 %.

## 7.2 Sakeuttimen vertailutulokset

Mittaustulosten vertailuissa LaserGas II SP ja Dräger-tuben ilmaisinputket näyttivät hyvin lähelle toisiaan. Ilmaisinputki-mittaukset kirjataan noin 15–60 min viiveellä järjestelmään, jonka johdosta vihreät arvot ovat kaaviossa hiukan oikealla todellisesta ajanhetkestä. (Kuva 19 ja 20)



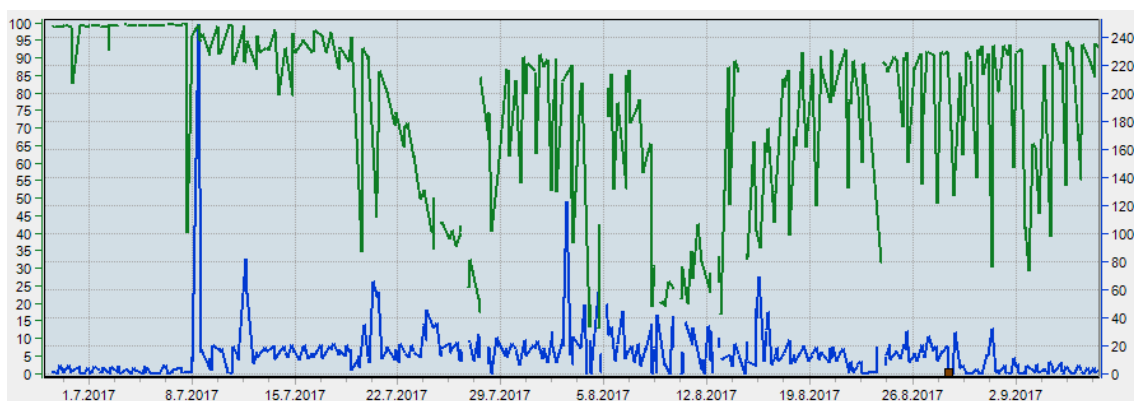
KUVA 19. Vertailutuloksia ajalla: 17.6–20.6.2017. Sininen  $H_2S$  ja vihreä hyvyysluku, sama asteikko.



KUVA 20. Vertailutuloksia ajalla: 12.6–20.6.2017. Sininen  $H_2S$  ja oranssi ilmaisinputkien kirjaustulokset, sama asteikko.

### 7.3 Raudan saostus

Raudan saostuksella hyvyysluku pysyi koko mittauksen ajan pääosin korkealla ja laitteen linssit pysyivät hyvin puhtaina. Raudan saostus käynnistyi 8.7.2017, mikä nähdään kuvaajasta tason nousuna. (Kuva 21)

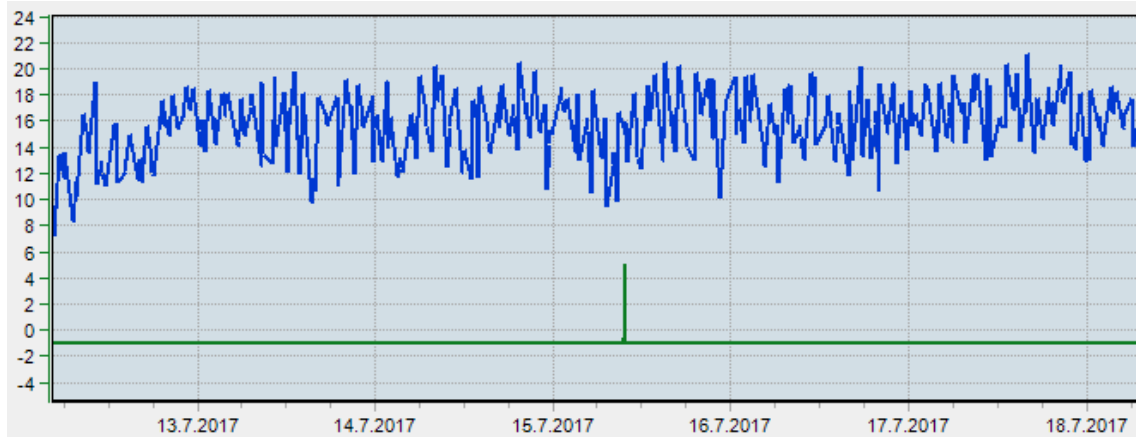


KUVA 21. Laitteen lukemat ajalla: 27.6.–7.9.2017. Sininen on  $H_2S$  0–250 ppm ja vihreä hyvyysluku 0–100 %. Vasemmalla hyvyysluvun asteikko ja oikealla  $H_2S$ .

### 7.4 Raudan saostuksen vertailutulokset

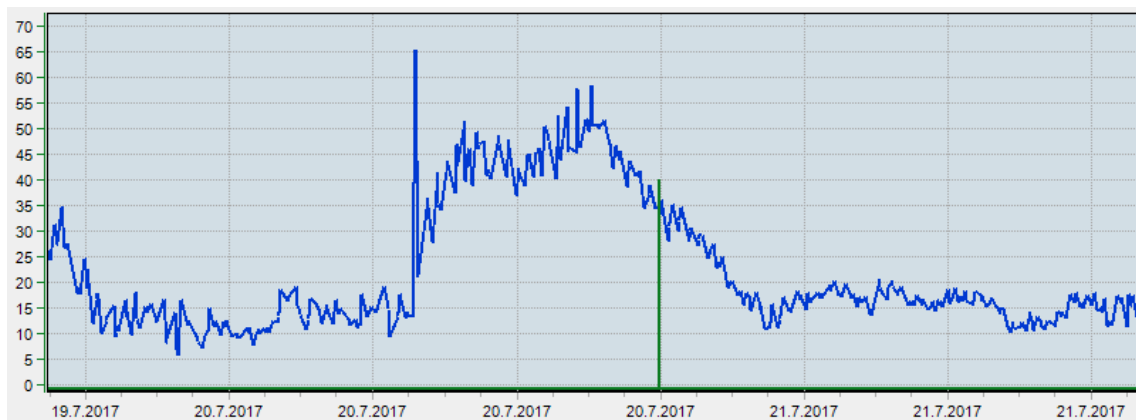
Raudan saostuksella mittaukset näyttivät hyvin erilaisia lukemia. Lasermittaus näytti prosessin vakiotilanteessa koko mittauksen ajan noin 10–20 ppm:ä, kun taas ilmaisinputket 0–5 ppm:ä. Kokeilimme myös monikaasuhaistelijaa GasAlert Quattroa vertailuissa ja se näytti lähelle ilmaisinputkien antamaa tulosta. Totesimme, että LaserGas II SP -näytti väärin ja laite näytti lähes koko ajan noin 17

ppm, kun taas vertailuina käytetyt mittaukset näyttivät lähelle 0:aa. Ilmaisinputki-mittauksesta puuttuu kirjatut 0-lukemat, mutta ilmaisinputkimittaukset on käyty ottamassa kaksi kertaa vuorokaudessa. Käyrillä on sama asteikko. (Kuva 22)



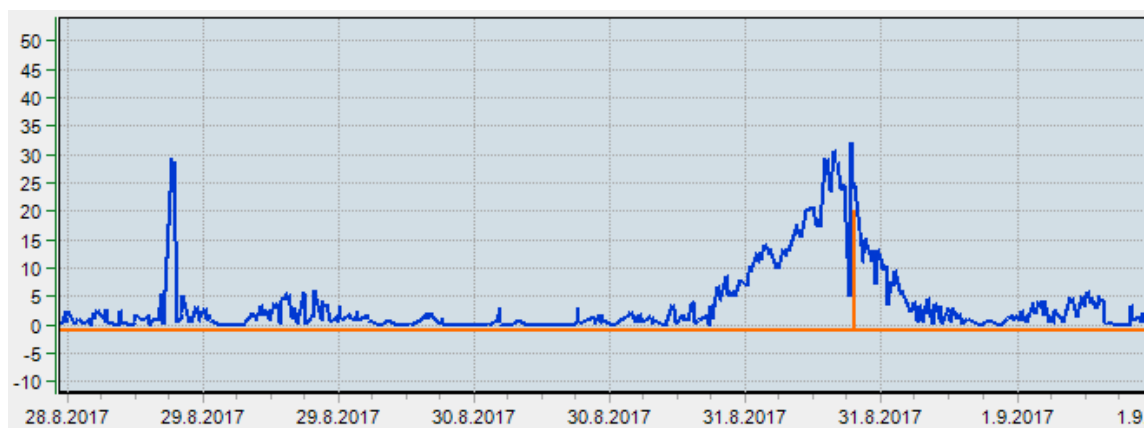
*KUVA 2. Vertailutuloksia ajalla: 11.7–18.7. Sininen  $H_2S$  ja vihreä hyvyysluku, sama asteikko.*

Korkeammissa pitoisuuksissa laite näytti lähelle vertailumittauksia. (Kuva 23)



*KUVA 3. Raudan saostuksen vertailutuloksia*

Raudan saostukselle saimme myöhemmin laitteeseen uudet ajurit, missä on huomioitu kaasun sisältämä runsas hiilidioksidi. Asetimme hiilidioksidin määräksi 95 %. Uusien ajureiden jälkeen laite alkoi näyttämään samaa kuin vertailumittaukset. (Kuva 24)



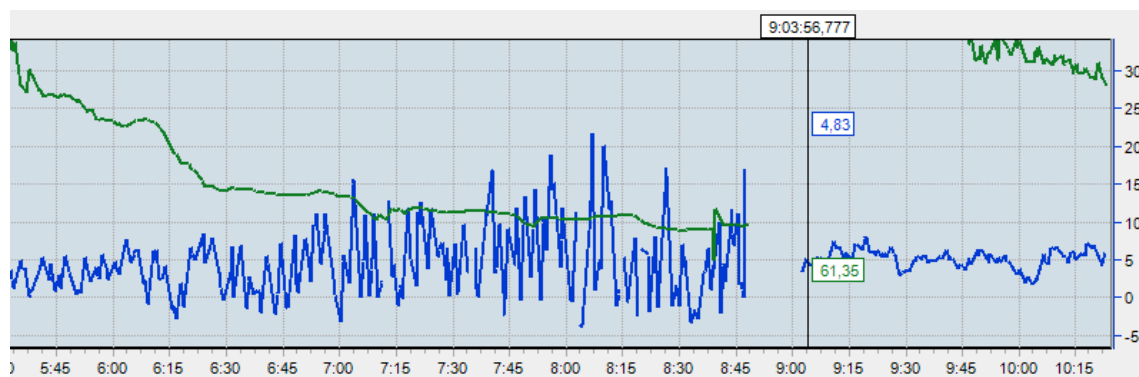
*KUVA 4. Raudan saostuksen mittaus ajurien päivitysten jälkeen*

## 8 TULOSTEN KÄSITTELY

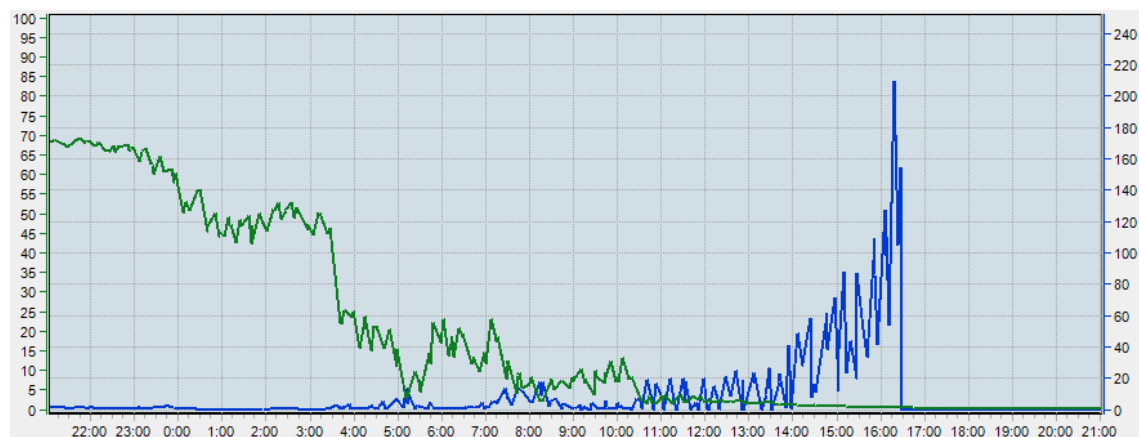
Tässä osiossa on kaikki ilmenneet ongelmat mittauspisteissä. Lisäksi on selitetty laitteen mittaustuloksiin vaikuttavia tekijöitä ja mittauspisteissä esiintyneitä ongelmia.

### 8.1 Hyvyysluvun vaikutus

Hyvyysluvun pudotessa huomasimme laitteen mittaustuloksissa syntyvän rajua huojusta. Huojunta alkaa erityisesti alle 10 %:n hyvyysluvulla. (Kuva 25 ja 26)



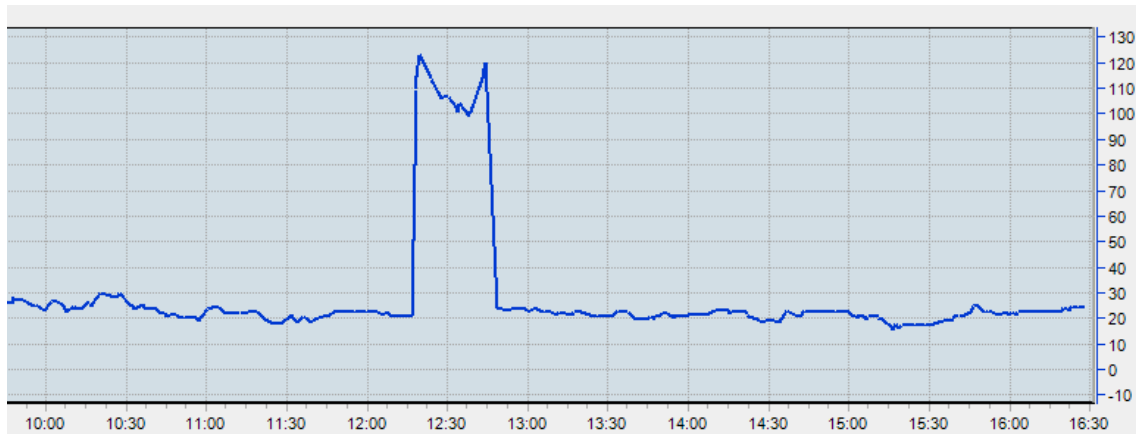
KUVA 25. Hyvyysluvun putoamisen vaikutus H<sub>2</sub>S-lukemaan



KUVA 5. Hyvyysluvun putoamisen vaikutus H<sub>2</sub>S-lukemaan

## 8.2 Laitteen reagointi häiriötilanteisiin

Laite reagoi hyvin nopeasti muuttuviin pitoisuuksiin. Hönkäpesuri kävi pois päältä, jolloin näimme mittauksen reagoinnin höngänpuhdistuksen häiriötilanteessa. (Kuva 27)



KUVA 27. Laitteen reagointi häiriötilanteisiin

## 8.3 Sakeuttimen ongelmat

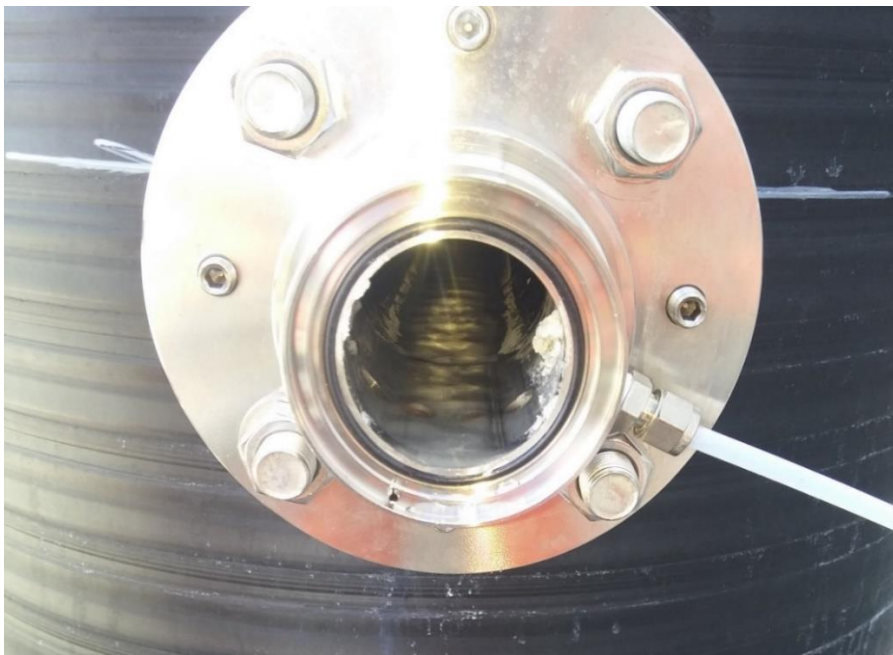
Sakeuttimen mittauspisteessä tuenta, kaasun likaisuus ja kosteus toivat erilaisia ongelmia laitteen mittaukselle. Laite näytti käyttöönotossa luotettavasti, mutta hyvyysluku alkoi laskemaan jo seuraavana päivänä. Huono tuenta sekä likainen kaasu hankaloittivat hyvyysluvun tippumisen juurisyyn selvittelyä. Kertyvä lipeä-sakka oli hyvin vesiliukoista ja irtosi hyvin linsseistä puhdistusliinalla ja vedellä. Vastaanotinyksikön linssi likaantui jo ensimmäisellä viikolla. (Kuva 28)





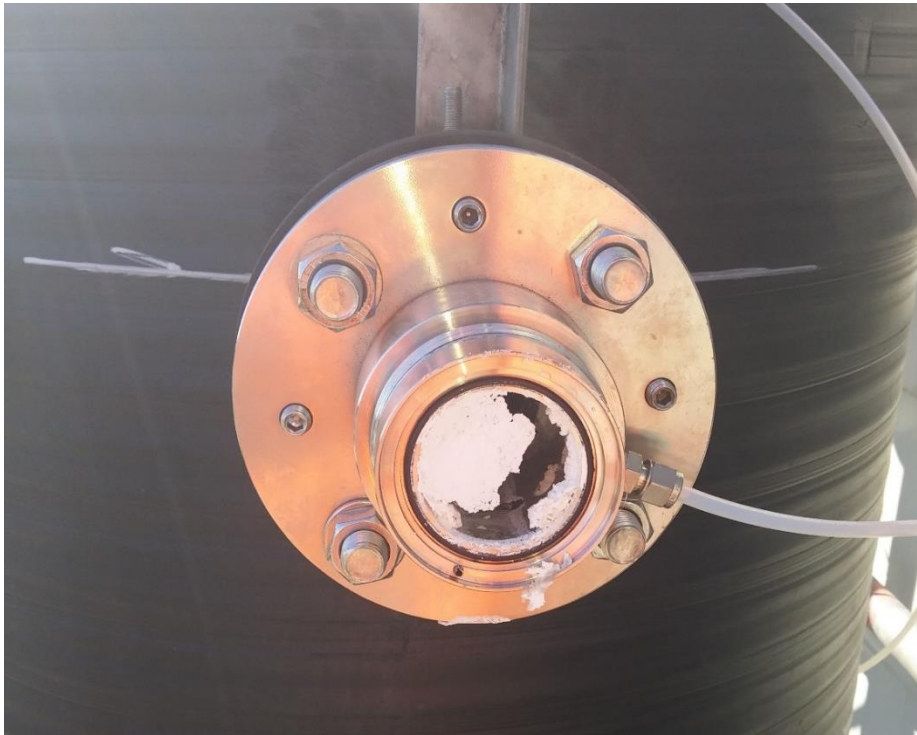
*KUVA 6. Vastaanotinyksikön likaantunut linssi*

Vastaanottimen puoleen kertyi pesuliuosta ja puhdistusilman kulun kanssa oli ongelmia. Vastaanottimen puolen pursutuslaipasta jouduimme poistamaan suodattimen huonon puhdistusilman kulun vuoksi. Suodatin oli kovettunut, mikä saattoi johtua putkessa olevasta vedestä. (Kuva 29)



*KUVA 29. Putkeen kertynyt vesi vastaanottimen puolella*

Pesuliuoksen kuihtuessa lämpötilan vaikutuksesta se kiteytyi valkoiseksi aineeksi ja vastaanottimen yhde muurautui umpeen. (Kuva 30)



*KUVA 7. Vastaanottimen puoleen kertynyt tavara*

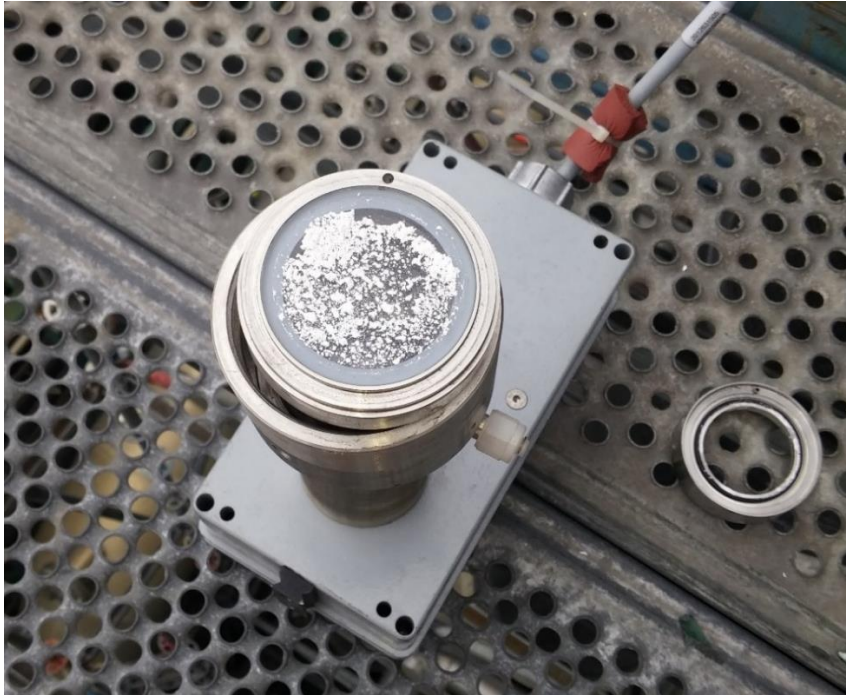
Myöhemmin lähetinyksikön tuentaa parannettiin lähetinyksikön painosta johtuvasta liitoksen notkumisesta johtuen. Uuden tuennan huonona puolena on puhdistuksen merkittävä hankaloituminen. (Kuva 31)



*KUVA 8. Lähettimelle rakennettu uusi tuenta*

Uusi tuenta selkeytti transmissionin tippumisen syytä. Laitteen transmission pysyi korkealla noin kahden viikon ajan, jonka jälkeen vastaanottimen puolen linssiin ja putkeen alkoi kertymään taas kovettunutta pesuliuosta. Kovettuneen aineen ker-  
tyminen on satunnaista ja linssiä joutui viikoittain puhdistamaan. (Kuva 32)





*KUVA 9. Vastaanotinyksikön likaantunut linssi*

Laitteelle tehtiin puhdistusohje, jotta saataisiin linssi pidettyä jatkossa puhtaana. Laitetta purkaessa lähettimenpuolen yhde ja linssi oli pysynyt koko mittauksen ajan puhtaana, kun taas vastaanottimen yhde oli muurautunut lipeäsakasta. (Kuva 33)



*KUVA 10. Putki purkuvaiheessa*

## 8.4 Raudan saostuksen ongelmat

Raudan saostuksella valkoista lipeäsakkaa kertyi samalla tavoin kuin sakeuttimilla, mutta vähäisin määrin ja yhteitä ei tarvinnut puhdistaa kuin kolme kertaa koko mittauksen aikana. Yhteet kestivät hyvin laitteen painon, eikä laitetta tarvinnut kohdistaa kertaakaan uudelleen.

Mitattavassa kaasussa esiintyi kuitenkin poikkeuksena runsaasti hiilidioksidia sakeuttimen mittauspisteeseen verrattuna. Laitteen mittaus näytti koko ajan noin 17 ppm, kun taas vertailumittaukset näyttivät 0 ppm. Otimme laitevalmistajaan yhteyttä ja syynä virheelliseen tasoon oli mitattavan kaasun tausta-aineen vaihtuminen ilmasta hiilidioksidiksi. Hiilidioksidi aiheutti laitteeseen virheellisen tasoeron ja saimme laite valmistajalta uudet ajurit. Uudessa ajurissa oli huomioitu hiilidioksidi, jota arvioimme olevan tausta-aineena noin 95 % mitattavasta kaasusta. Ajurien päivityksen jälkeen vertailumittaukset näyttivät hyvin lähelle samaa ja virheellinen taso korjaantui. (Kuva 34)



*KUVA 11. Mittaustulokset uusien ajurien jälkeen. Ruskea neliö 28.8.2017:n kohdalla on kirjaus ajurien päivityksestä.*

## 9 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Sakeuttimen mittauspisteessä vastaanottimen linssi likaantui jatkuvasti. Tähän mittauspisteeseen voidaan kokeilla Oy Anatec Instruments Ab:lta saatavaa Insertion-Tubea. Insertion-Tube on laippojen väliin asennettava välikappale, jonka tarkoituksena on pienentää mittayhteen putken kokoa, jolloin lika ei pääsisi laitteen linsseille. Haittapuolena välikappaleelle on, että kohdistukseen on kiinnitettävä enemmän huomiota.

Yhteitä voidaan muokata myös niin, että estetään veden pääsy vastaanottimen puolelle yhdemuutoksella. Tämä tapahtuisi muun muassa siirtämällä yhteitä enemmän putken sisään, joka estäisi veden pääsyn yhteeseen. Likaisemmissa kaasuissa voidaan yhteiden etäisyyttä toisistaan pienentää tarvittava määrä, jolloin hyvyysarvo säilyy hyvänä. Laitteeseen täytyy päivittää mitattavan matkan parametri mitattavan välin etäisyyden muuttuessa.

ValmetDNA:han voisi lisätä maskauksen, jonka tarkoituksena on lopettaa pitoisuuden näyttämisen, kun hyvyysarvo on liian pieni. Hyvyysarvon ollessa alle 10 % laite voi antaa satunnaisesti arvoja mittausalueen väliltä. Raja-arvo voisi olla esimerkiksi 10 %, jonka alittuessa pitoisuus ei muuttuisi.

## 10 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli selvittää, pystytäänkö rikkivetypäästöjä mittaamaan online-mittauksella. Tavoitteena oli löytää toimiva ja tarkka mittaus, mikä mittaa tarkasti jo pienissä pitoisuuksissa.

Työ kuvaa erinomaisen hyvin, miksi uudenlaisia laitteita on hyvä kokeilla ennen varsinaista asennusta tai hankintaa. LaserGas II SP soveltuu hyvin tähän tarkoitukseen. Hyvällä tuennalla saadaan varma hyvyysarvo, jolla tiedetään laitteen puhdistuksen tarve. Hyvyysluvun ollessa liian pieni, laite täytyy puhdistaa tai laite antaa epäluotettavaa mittaustulosta. Työssä ilmeni useita ongelmia likaantumisen kanssa, joita on syytä tutkia tarkemmin jatkossa rakennettaviin yhteisiin. Laite on helppohuoltoinen ja sen puhdistukseen riittää pelkkä puhdistusohje.

Mikään mitattava kohde ei ole samanlainen ja jokainen mittauspiste suunnitellaan erikseen. Laitteet suunnitellaan laitevalmistajalla jokaiseen mittauspisteeseen erikseen annetuilla tiedoilla. Tärkeitä tietoja ovat mitattavan kaasun sisältämät aineet sekä mittausalue ja putken koko. Myös prosessin vaihtelevuus on syytä tietää. Mittauspisteen valinnan ja laitteen hankinnan jälkeen suunnitellaan kohteeseen mittauspiste. Mittauspisteen yhteet ja niiden tuenta on pitkäaikaisessa käytössä erittäin tärkeää. Mittauspiste tarvitsee hoitotason laitteen huoltoa varten.

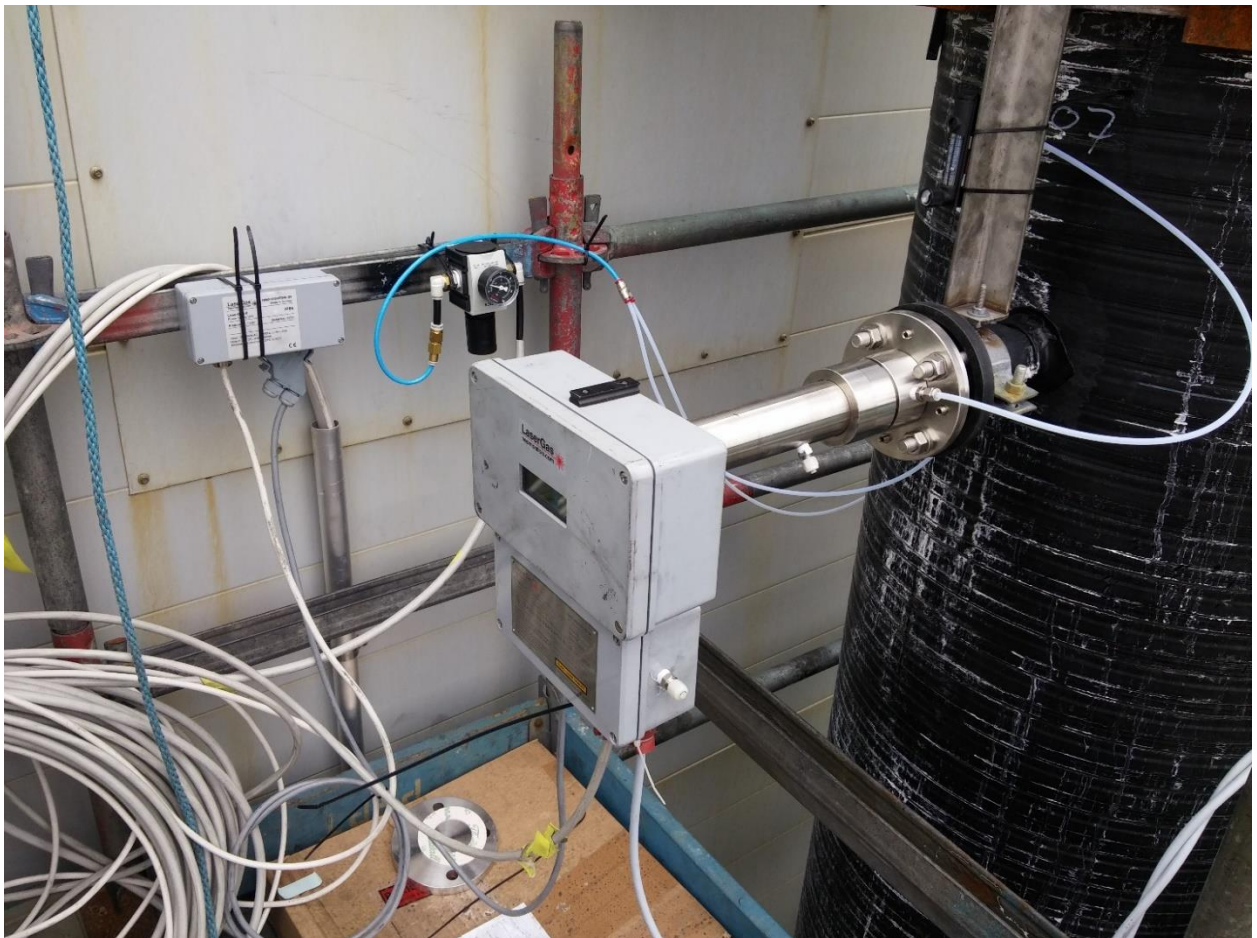
Laitteella on kahdet ajurit. Toisessa on rikkivedyn tausta-aineena 100-prosenttinen ilma ja toisessa 95-prosenttinen hiilidioksidi. Samalla laitteella voidaan mitata kaikkia Terrafamen hönkiä. Mittauspistettä vaihdettaessa tai yhteiden muutoksissa on päivitettävä siihen paikkaan sopivat ajurit.

## LÄHTEET

1. OVA-ohje. 2015. TTL. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/ova/rikkivet.html>. Hakupäivä 3.4.2017.
2. Kaivostoiminnan jatkaminen ja kehittäminen tai vaihtoehtoinen sulkeminen. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. 2017. Pöyry Finland Oy, Terrafame Oy. Saatavissa: [https://www.terrafame.fi/media/mediapankki/kaivostoimintaa-koskeva-yva/yva-selostus/terrafame\\_tuotanto\\_yva\\_selostus\\_180817\\_web.pdf](https://www.terrafame.fi/media/mediapankki/kaivostoimintaa-koskeva-yva/yva-selostus/terrafame_tuotanto_yva_selostus_180817_web.pdf). Hakupäivä 1.10.2017.
3. Lammi, Martti 2017. LaserGas II SP, Oy Anatec Instruments Ab. Haastattelu 24.4.2017.
4. Talikka, Teemu 2017. LaserGas II SP, Oy Anatec Instruments Ab. Haastattelu 18.5.2017.
5. Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy (TDLAS). 2017. NanoPlus. Saatavissa: <http://nanoplus.com/en/technology/tunable-diode-laser-absorption-spectroscopy-tdlas>. Hakupäivä 1.7.2017.
6. NEO Monitors AS. 2017. NEO Monitors. Saatavissa: <https://www.neomonitors.com>. Hakupäivä 14.4.2016.
7. Hönkälinjamittaukset. 2017. Saatavissa Terrafame sisäinen jakelu. Hakupäivä 24.4.2017.
8. LaserGas II SP -manuaali. 2017. Saatavissa NeoMonitors sisäinen jakelu. Hakupäivä 28.6.2017.
9. Dräger-Tube pump accuro -manuaali. 2017. Saatavissa Dräger sisäinen jakelu. Hakupäivä 28.6.2017.



## H<sub>2</sub>S mittauksen puhdistusohje



# Puhdistusohje

Transmission eli **645SLI0002 HYVYYS 0 - 100 %** kertoo, kuinka hyvin laseri läpäisee putken. Alle 20 % transmissionilla laite alkaa näyttämään epäluotettavaa H<sub>2</sub>S-pitoisuutta. Transmission tiedon tippuminen tarkoittaa yleensä linssin likaantumista jolloin linssit tulisi käydä puhdistamassa. Linssit olisi hyvä käydä puhdistamassa/tarkistamassa jo alle 40 %.

1. Kytke laite jännitteettömäksi paikalla olevasta turvakatkaisijasta ennen laitteen irrottamista!
2. Laitteen osat irrotetaan käsin pyöryttämällä "holkista". Laippaa ei koskaan irroteta/aukaista tai suuntaus menee pieleen.



3. Puhdistetaan linssit siihen tarkoitettulla liinalla. Saa käyttää ainoastaan naarmuuntumatonta liinaa, esim. silmälaseille tarkoitettua mikrokuituliinaa. Puhdistuksessa saa käyttää ainoastaan **vettä**. Ei saa käyttää puhdistusaineita tai muita kemikaaleja sisältävää ainetta.

Puhdistustyökalut löytyvät valvomosta.

4. Takaisin ruuvaamisessa on kiinnitettävä erityistä huomiota suuntaustappi-  
peihin! Linssi ei kestä yhtään iskua.



5. Tarkistetaan puhdistusilman kulku laippoihin rotametreistä tukkeutumien varalta. Suositus noin 40 -50 l/min kaasun likaisuuden ja kosteuden vuoksi.
6. Kun laitteen molemmat puolet on pyöritetty kiinni, voidaan kytkeä jännitteet turvakatkaisijasta. Laitteella kestää noin 1- 5 min käynnistystä.
7. Lopuksi tarkastetaan Transmission eli hyvyysluku laitteen näytöltä. Puhdistuksen jälkeen pitäisi olla yli 80 %.



